

DK515288

CD-BR 11782

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES TROPICALES ET DES CULTURES
VIVRIERES

UTILISATION PAR LA CANNE A SUCRE DES RESERVES
HYDRIQUES D'UN SOL (PREMIERS RESULTATS)

par J.R. RIDDERS
et C. DANCETTE

Janvier 1970

Centre National de Recherches Agronomiques
Bambey
Station de Richard-Toll

R11782

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette



000043447

UTILISATION PAR LA CANNE A SUCRE DES RESERVES

HYDRIQUES D'UN SOL (PREMIERS RESULTATS)

par J.R. RIDDERS (Stagiaire)
et C. DANCETTE (Bioclimatologiste
IRAT-Sénégal)

Janvier 1970

S O M M A I R E

| | <u>Pages</u> |
|--|--------------|
| - <u>INTRODUCTION</u> | 1 |
| I - <u>METHODE DE TRAVAIL ET DISPOSITIF</u> | 2 |
| II - <u>CONDITIONS DE REALISATION</u> | 2 |
| II-1 Durée | |
| II-2 Lieu | |
| II-3 Sol | |
| II-4 Conditions climatiques | |
| II-5 Variété et stade de culture | |
| II-6 Mode d'irrigation | |
| III - <u>MESURES</u> | 3 |
| III-1 Sonde à neutrons | |
| III-2 Observations physiologiques | |
| III-3 Nappe phréatique | |
| III-4 La salinité | |
| III-5 Le profil racinaire | |
| IV - <u>RESULTATS ET INTERPRETATION</u> | 4 |
| IV-1 Les profils hydriques | |
| IV-2 Importance des réserves hydriques dans ce type de sol | |
| IV-3 Consommation en eau de la culture pendant la durée de l'expérience. | |
| V - <u>CONCLUSION</u> | 8 |
| VI - <u>BIBLIOGRAPHIE</u> | 9 |
| VII - <u>ANNEXE - GRAPHIQUES</u> | 10 |

I - METHODE DE TRAVAIL ET DISPOSITIF (graphique n° 1)

La parcelle étudiée (30m x 30m), dite "test", faisant partie d'un complexe irrigué à la raie, a été isolée par une diguette après obtention de la saturation du sol par des irrigations massives.

Deux tubes de 2,5m en aluminium ont été installés (l'un dans la ligne, l'autre dans l'interligne de la culture) pour les mesures neutroniques.

L'assèchement du sol par la culture a été suivi à intervalles réguliers (profils neutroniques) dans le but d'atteindre le point de flétrissement permanent.

Pour préciser le point de flétrissement permanent de la canne, des mesures physiologiques ont été effectuées sur la parcelle "test" et sur une parcelle témoin voisine, où l'irrigation a été poursuivie normalement.

La détermination de la capacité au champ et du point de flétrissement permanent pour la canne à sucre, a permis de chiffrer le stock d'eau utilisable par cette culture.

En outre, la salinité et le niveau de la nappe phréatique ont été contrôlés régulièrement à cause des perturbations possibles, provoquées dans les comptages neutroniques et dans l'alimentation hydrique de la canne à sucre.

II - CONDITIONS DE REALISATION

II-1 Durée de l'étude : du 1 Novembre au 31 Décembre 1969.

II-2 Lieu : Casier expérimental 120 hectares de canne à sucre de Richard-Toll ; coordonnées : 15°42' de longitude Ouest et 16°27' de latitude Nord ; 3 mètres d'altitude.

II-3 Sol : L'aire d'étude se trouve sur les alluvions fluviodeltaïques de la partie amont du Delta du Fleuve Sénégal ; la parcelle est située sur un sol bien structuré dans les 35 premiers cm puis très compact et pratiquement imperméable en dessous. Pendant l'assèchement se produisent des fentes de retrait importantes à la surface.

Classification : Sol hydromorphe minéral à gley, non salé, de texture hétérogène moyenne dominante. (Voir graphique n° 2)

II-4 Conditions climatiques

Richard-Toll se situe en zone sahélienne, à la limite orientale de la zone sub-canarienne. Les travaux ont commencé au début de la saison sèche, caractérisée par une pluviométrie nulle, une insolation élevée, des amplitudes thermiques fortes, des humidités faibles, des vents moyens et une évaporation importante. (Voir graphique n° 3)

.../...

II-5 Variété et stade de culture

- Variété "Trojan" : 1ère repousse ; reprise à partir du 10 Mars 1969, après la récolte le 16 Février. L'étude a été faite pendant la dernière partie de la croissance de la canne.

Pendant ce stade, les besoins en eau de la canne sont certainement plus faibles que pendant le stade de croissance très active (boom stage).

II-6 Mode d'irrigation

A la raie ; largeur de la raie : 1m50. Les irrigations ont été stoppées sur la parcelle "test" le 3 Novembre 1969 : la parcelle témoin est soumise à une irrigation hebdomadaire dont la dernière a eu lieu le 2 Décembre.

III - MESURES

III-1 Sonde à neutrons (M. RIDDERS et DANCETTE)

Une fois par semaine, dans les 2 tubes, une détermination du profil hydrique a été effectuée ; les mesures d'humidité ont été faites tous les 10 cm, jusqu'à 195 cm de profondeur.

III-2 Observations physiologiques de la canne à sucre (M. GROUITCH)

Les déterminations ci-dessous, effectuées sur les parcelles "test" et "témoin" permettent de mieux préciser le point de flétrissement permanent :

a) Le taux d'humidité des entre-nœuds 4-5 (méthode Tanimoto) : les entre-nœuds 4-5 sont en effet sensibles à une baisse d'alimentation en eau.

b) Le pourcentage de sucre à la fin de la croissance de la canne : la mise à sec de la canne fait augmenter la teneur en sucre, mais si la sécheresse se prolonge, une chute irréversible de la teneur en sucre se produit.

c) L'élongation de la canne, pour suivre la rapidité de la croissance : pendant cette partie finale du cycle de la canne, la croissance est malheureusement relativement lente, et les effets de la sécheresse sont moins spectaculaires.

III-3 La nappe phréatique (M. TRAN MINH DUC)

Grâce à des piézomètres placés dans la parcelle à une distance suffisante des tubes, pour ne pas fausser les conditions hydriques, les fluctuations de la nappe ont été suivies tous les jours.

.../...

III-4 La Salinité (M. MUTSAARS)

La conductivité du sol (en micromhos dans un extrait au cinquième) autour des tubes a été mesurée jusqu'à 170cm de profondeur, tous les 15 jours environ; en effet, des salinités excessives peuvent perturber les comptages neutroniques et la croissance de la canne (d'où une alimentation hydrique anormale).

III-5 Le profil racinaire (M. NICOU)

Le profil racinaire de la canne à sucre a été observé et décrit dans des tranchées, pour connaître l'épaisseur de la tranche du sol exploitée par la culture et pour voir si les racines pouvaient au cours de l'assèchement descendre plus profondément. Ces observations racinaires ont été effectuées sur la parcelle test juste au début de l'assèchement, puis sur parcelles test et témoin à la fin de l'expérimentation (début Janvier).

IV - RESULTATS ET INTERPRETATION

IV-1 Les profils hydriques (voir le graphique n° 4 ligne et interligne)

Le 5 Novembre 1969, après des irrigations massives, les profils hydriques sont à leur niveau maximum. Ce niveau est identique à celui obtenu après une submersion de 28 jours, sur sol nu, en Décembre 1968. A cette date le profil hydrique s'était stabilisé à ce niveau maximum en l'absence de tout ressuyage vertical (niveau imperméable vers 40cm), de toute évapotranspiration (sol nu) et de toute évaporation (bassin recouvert d'un film plastique).

Ce profil ^{qui} ne peut pas être humidifié davantage à partir d'une irrigation de surface, tant en conditions naturelles de culture qu'en conditions artificielles (bassin de submersion sur sol nu) peut être considéré comme étant à la capacité au champ.

Après le 5 Novembre 1969, les réserves en eau du sol diminuent ensuite régulièrement jusqu'aux alentours du 3 Décembre 1969. Cet assèchement important n'intéresse que 80cm de profondeur (et surtout les 50 premiers cm). Puis les profils n'évoluent plus du tout, la plante ne pouvant manifestement plus s'alimenter en eau du sol. Le point de flétrissement permanent correspondrait donc aux profils les plus secs atteints dès le 3 Décembre.

Ceci est en accord avec les mesures physiologiques qui indiquent que vers le début de Décembre il y a eu: (voir graphique n°5)

- a) un arrêt de croissance sur la parcelle test asséchée (mesures d'élongation des tiges).
- b) un minimum du taux d'humidité des entre-noeuds 4-5 : amorce du palier
- c) après un maximum de la teneur en sucre (effet de l'assèchement sur la maturation de la canne), une chute brutale de cette teneur.

Cet arrêt d'évolution des profils hydriques correspond aussi aux observations visuelles: jaunissement de plus en plus accentué des feuilles, devenues cassantes fin Décembre, et tiges ridées.

.../...

Après ces déterminations in situ, de la capacité au champ et du point de flétrissement permanent, la réserve en eau utile a pu être chiffrée dans la tranche du sol intéressée par les mouvements hydriques et explorée par les racines de la canne.

On pourrait penser que la nappe assure aussi une partie de l'alimentation en eau de la canne ; ceci est improbable. Le niveau de la nappe est à 180 cm et elle est séparée des horizons de surface, par un horizon sableux très sec et par un horizon argileux imperméable.

En outre, la salinité du sol (voir graphique n°2) est très faible dans la tranche de sol intéressant la culture et les mouvements hydriques et ne devient appréciable qu'à partir de 120cm (1000 micro-mhos). Cette salinité a légèrement augmenté en dessous de 1m, pendant les 2 mois de l'expérimentation (très peu dans la zone d'évolution des profils hydriques). Toutefois dans l'interligne, l'augmentation de la salure est dans l'ensemble plus forte que sur la ligne : il se peut que ce soit un effet de l'évaporation du sol nu, elle même plus importante dans l'interligne qui est de plus située sur le billon. Dans la tranche de sol intéressant le bilan hydrique de la culture, la salinité n'a donc pratiquement pas influencé les comptages neutroniques. Même vers 1m de profondeur, dans l'interligne, l'augmentation de 400 micromhos (E. 1/5) constatée correspond à une très faible baisse des comptages neutroniques.

IV-2 Importance des réserves hydriques dans ce type de sol

(voir graphique n° 4)

Nous devons tenir compte pour l'estimation de ces réserves des faits suivants :

- Le profil hydrique n° 0 caractérise la capacité au champ (les mesures de 1969 confirment celles de 1968). Aucune humidification importante du sol n'a pu être obtenue par des irrigations même massives, en dessous de 50 cm.

- Le profil hydrique n° 3, atteint le 3 Décembre, caractérise le point de flétrissement permanent ; à partir de cette date, les profils hydriques n'ont presque plus évolué au cours des 3 dernières semaines et la canne à sucre a été gravement marquée par la sécheresse (arrêt de croissance, chute de la teneur en sucre, flétrissement des feuilles et des tiges - voir graphique n° 5).

- Les racines sont abondantes et ramifiées sur les 30 premiers cm, puis moins abondantes entre 30 et 50 cm. Elles deviennent rares en dessous de 50 cm. Leur répartition répond très bien à la profondeur d'évolution plus ou moins importante des profils hydriques : fort dessèchement entre 0 et 30 cm, moins important entre 30 et 50 cm et très faible en dessous. En fait, la faible densité racinaire en dessous de

.../...

30 ou 40 cm semble devoir être attribuée principalement à la structure compacte et à l'imperméabilité de l'horizon 30-50, à la non-reconstitution des réserves hydriques dans l'horizon plus sableux sous-jacent (entre 50 et 90 cm). Cependant, un léger dessèchement a été constaté entre 50 et 80 cm sur la ligne et entre 50 et 90 cm sur l'interligne. Effectivement, lors des derniers profils racinaires effectués à la fin de l'assèchement, quelques racines ont été repérées entre 50 et 90 cm qui ne paraissaient pas mortes depuis longtemps (cylindre central non décomposé). Il faut noter que dans des profils peu éloignés, effectués au début de l'assèchement, ces racines profondes n'avaient pas été repérées. Il semble donc qu'en accord avec certaines observations faites par des spécialistes de cette culture (EVANS, VAN DILLEWIJN) les racines puissent, lorsque les conditions d'alimentation sont défavorables, descendre plus profondément. Dans ce cas précis, la réserve hydrique n'ayant pas été reconstituée entre 50 et 90 cm et étant très faible, les racines ont pu probablement descendre, utiliser le peu d'eau qui était encore disponible dans le sol et mourir, sans grand bénéfice ni survie prolongée pour la culture. Il conviendra de poursuivre ces observations racinaires dans les études ultérieures. De toutes façons, ce dessèchement en profondeur représente un très faible volume d'eau.

En définitive, par différence entre les profils 0 et 3, jusqu'à une profondeur de sécurité de 1m, nous pouvons chiffrer le volume réel des réserves en eau utile de ce sol, en faisant remarquer toutefois que l'alimentation hydrique de la canne s'effectue surtout dans les 50 premiers cm.

Il est normal que le réservoir hydrique soit sur la ligne (en position de sillon) plus réduit que sur l'interligne (en position de billon) : on perd en effet dans le sillon une tranche de 10 cm de sol bien structuré. Pour avoir une idée valable des réserves hydriques, tenant compte du complexe billon-sillon, il faut donc faire la moyenne entre les 2 réservoirs obtenus.

a) - Dans la ligne

Entre les profils 0 et 3 (capacité au champ - point de flétrissement permanent), la différence est de 467 impulsions/seconde ; compte tenu du coefficient d'étalonnage (étalonnages au champ de 1968 et 1969) qui est de 20,3 mm pour une variation de 100 impulsions/seconde (ce coefficient sera précisé ultérieurement par l'étalonnage chimique de ce type de sol) ~~Ceci représente une réserve en eau utile de 95 mm.~~

b) - Dans l'interligne

Par un calcul analogue on trouve une différence de 672 impulsions/seconde, soit une réserve en eau utile de 136 mm. La différence entre ces 2 réserves provient essentiellement de la différence d'épaisseur des 2 tranches de sol considérées.

.../...

En résumé, si on considère (ce qui peut être discuté) que la réserve facilement utilisable (RFU) est égale à la moitié de la réserve en eau utile Eu, on peut retenir le tableau suivant pour ce type de sol:

| | Ligne (sillon) | Interligne (billon) | Moyenne |
|-----------------------|----------------|---------------------|---------|
| Eau utile Eu en mm | 95 | 136 | 116 |
| RFU en mm | 48 | 68 | 58 |

Nous constatons que cette RFU est beaucoup plus importante que celle qui avait été estimée en 1968 sur un emplacement voisin (sol nu) à partir des profils à saturation et à PF 4,2, sur une profondeur d'enracinement de 40 cm seulement. Cette RFU avait été estimée à 30 mm environ en 1968. En 1969, on s'aperçoit que la canne peut assécher le sol à un niveau bien inférieur à celui du PF 4,2 mesuré en laboratoire sur sol remanié et que les racines peuvent intervenir efficacement jusqu'à 50 cm et faiblement jusqu'à 80 cm.

IV-3 Consommation hydrique de la culture pendant la durée de l'expérience

A partir des profils hydriques, nous avons calculé la consommation hebdomadaire de la canne (en moyenne par jour). Sur le graphique n°6 nous voyons que la consommation hydrique de la canne est importante pendant la première semaine, puis qu'elle diminue très rapidement: ceci correspondrait à une utilisation très rapide de la réserve facilement utilisable. Cette consommation moyenne de 9 mm/jour pendant la première semaine est en accord avec une estimation faite à partir du bilan énergétique approché ($E \text{ mm/j} = \frac{(1-a)}{58} RG$) et avec les mesures d'évaporation

d'une nappe d'eau libre, faites à Richard-Toll. Dès la seconde semaine, la consommation hydrique tombe en moyenne à 4,8 mm/jour: les conditions climatiques (voir graphique 2) sont certainement moins favorables à l'évaporation (l'évaporation bac passe de 9,1 mm/jour à 7,5 mm/jour) mais ne peuvent expliquer à elles seules cette baisse de consommation. Il est probable que dès la fin de la première semaine la RFU est épuisée: il faut rapprocher les $7 \times 9 = 63 \text{ mm}$ consommés par la canne, de la RFU théorique calculée $0,5 \text{ Eu} = 58 \text{ mm}$. Pendant la seconde semaine, l'alimentation hydrique de la canne devient difficile et insuffisante. Au bout de 2 semaines il reste peu d'eau utile (voir graphique n°4 - profils 2 et suivants) et l'on se trouve déjà très près du point de flétrissement permanent (profils 3); du 19 Novembre au 3 Décembre la consommation moyenne n'est plus que de 1,2 mm/jour et la canne en souffre très nettement (chute d'humidité des entre-noeuds 4 - 5 et arrêt d'élongation - graphique 3). Puis la consommation devient pratiquement nulle et les variations de comptage ne sont plus très significatives (limite de précision de l'appareil); de légères diminutions de comptage sont cons-

.../...

tatées en profondeur (en dessous d'1m) mais peuvent être attribuées logiquement à des phénomènes de ressuyage (descente de la nappe ou ressuyage préférentiel autour du tube à la suite d'une adhésion médiocre et d'une infiltration préférentielle lors de la dernière irrigation) et non plus à des racines profondes.

V - CONCLUSION

La sonde à neutrons a permis de chiffrer la réserve en eau utilisable par une culture de canne à sucre (variété Trojan) sur un sol donné, de caractéristiques connues (hydromorphe minéral à gley, peu salé, de texture hétérogène, et très peu perméable en dessous de 40 cm). Les tests physiologiques effectués en même temps que les profils hydriques permettent de préciser le point de flétrissement permanent (obtenu au bout d'un mois d'à sec) et le moment où la canne commence à souffrir gravement d'une alimentation hydrique déficitaire (au bout de 15 jours d'à sec surtout). La courbe de consommation hydrique hebdomadaire permet de mettre en évidence une alimentation très favorable pendant une semaine seulement, qui correspond en gros à l'utilisation de la Réserve facilement utilisable. Cette RFU nous conduit à préconiser des doses d'irrigation voisines de 60 mm sur ce type de sol. Au stade atteint par la canne début Novembre les irrigations doivent être hebdomadaires, ce qui correspond d'ailleurs au système qui a été adopté. A d'autres stades de la culture les intervalles d'irrigation devront être précisés à partir d'études analogues ou d'estimations (dans la mesure où les rapports Evapotranspiration maximum de la canne sont suffisamment connus au cours du cycle et les données d'ETP ou d'évaporation du bac disponibles).

Ce genre d'étude nous semble indispensable sur le futur casier sucrier de Richard-Toll, à plusieurs stades végétatifs et sur les principaux types de sol, en vue d'une irrigation rationnelle, efficace et économique.

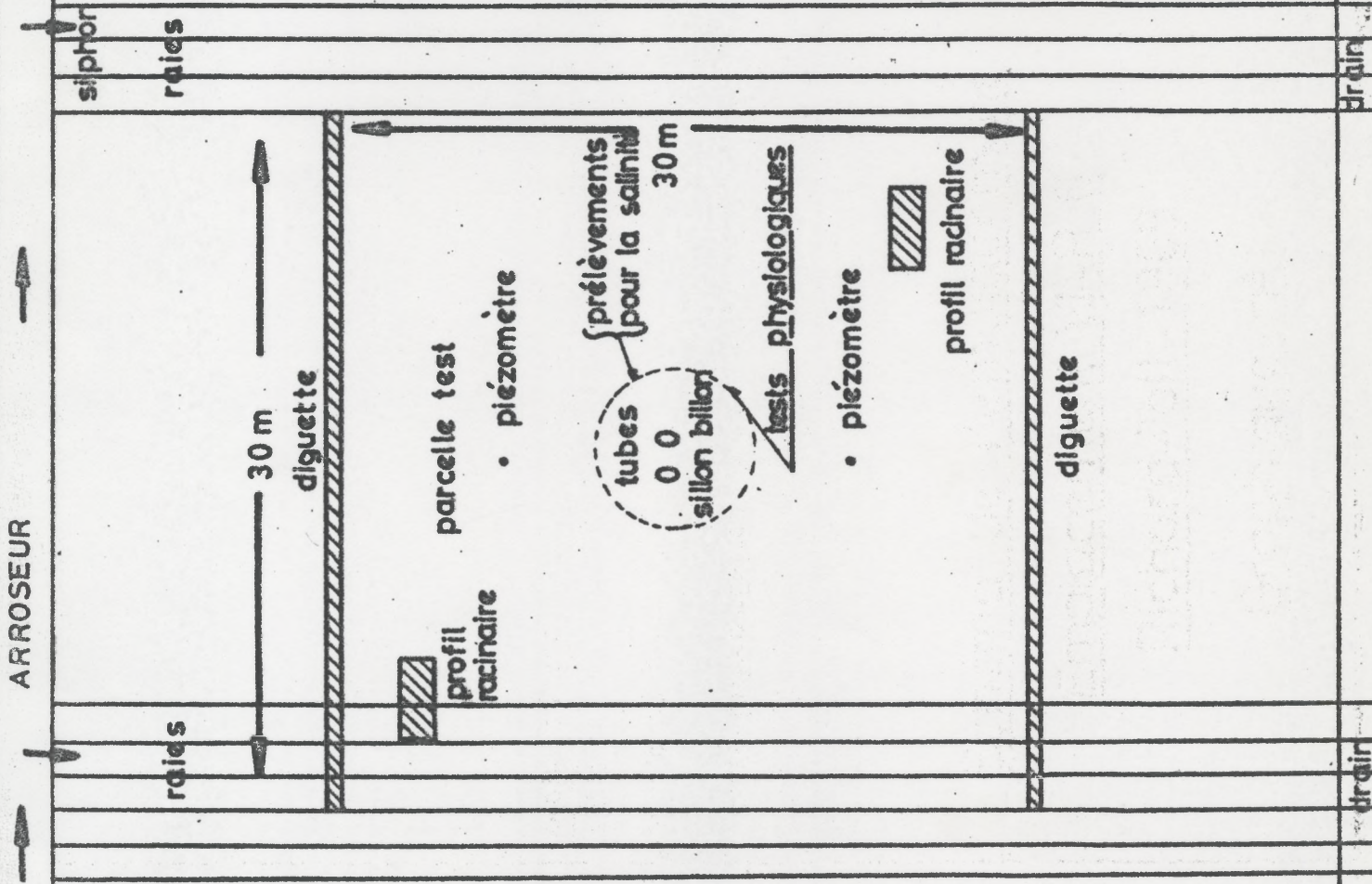
.../...

VI - B I B L I O G R A P H I E

- DAUDET et LESPINAT "Etude avec un humidimètre à neutrons du bilan hydrique naturel d'une culture"
C E N Cadarache Mai 1969.
- E V A N S H. "Quelques considérations sur les besoins en eau de la canne à sucre" - Juillet 1965
(Some considerations affecting the water requirements of sugar cane).
- I. R. A. T. Casier Sucrier de 120 hectares de Richard-Toll.
"Etude in Situ des caractéristiques hydriques & hydrodynamiques des principaux types de sols" - Avril 1969 (Rapport interne, IRAT).
- M A R C E S S E "Exemples concrets de calcul de bilan"
document ronéotypé - Journée d'études sur l'eau
5 Juin 1969 - C E N Cadarache.
- VAN DILLEWIJN "Botanique de la canne à sucre" - 1960 - Wageningen.

VII - ANNEXE - GRAPHIQUES

ARROSEUR



profil racinaire



parcelle témoin

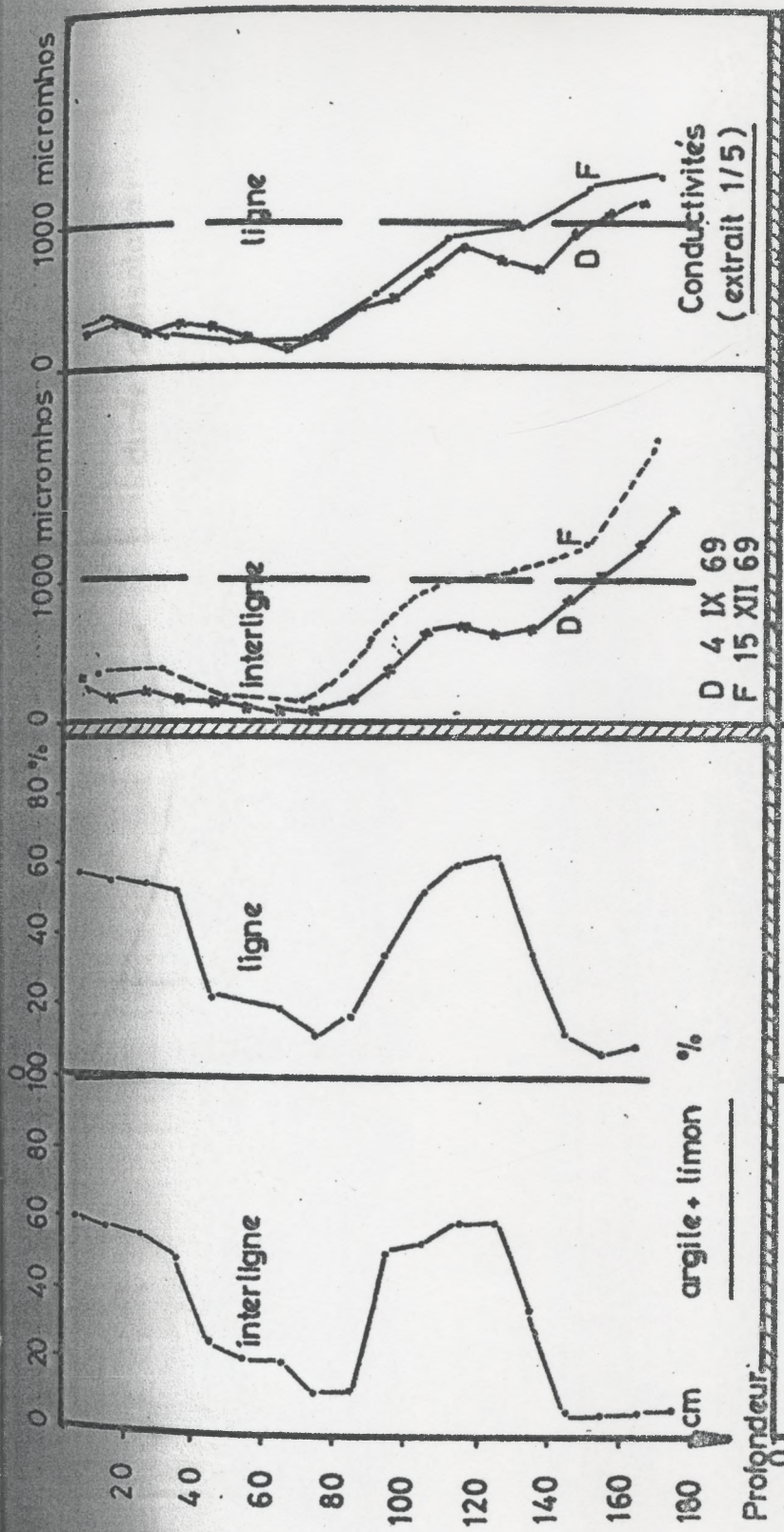
tests physiologiques

Schéma de l'emplacement

Emplacement VI-R 6

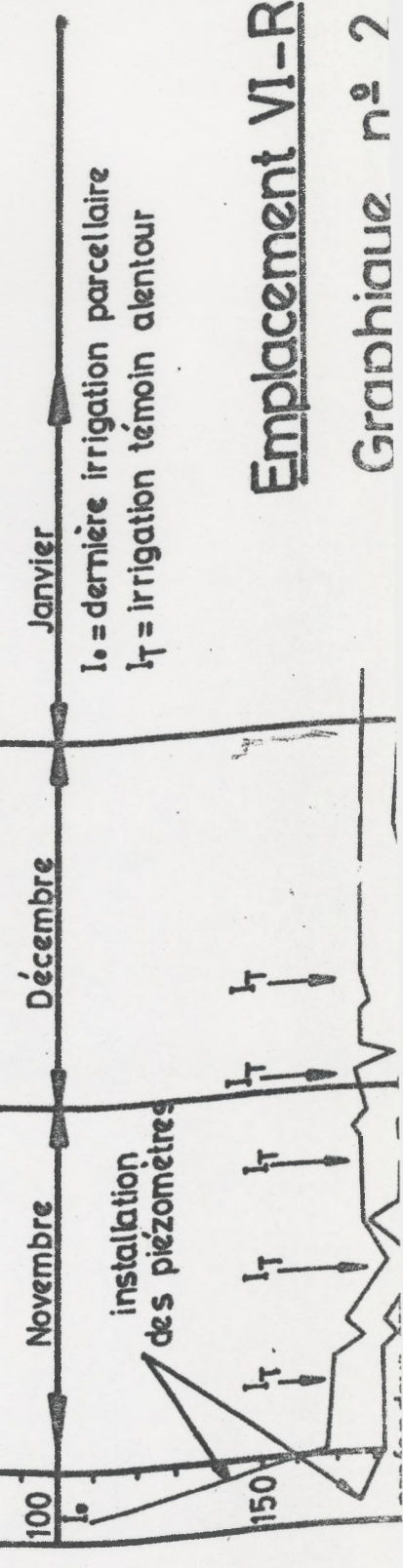
Richard-Toll-1969

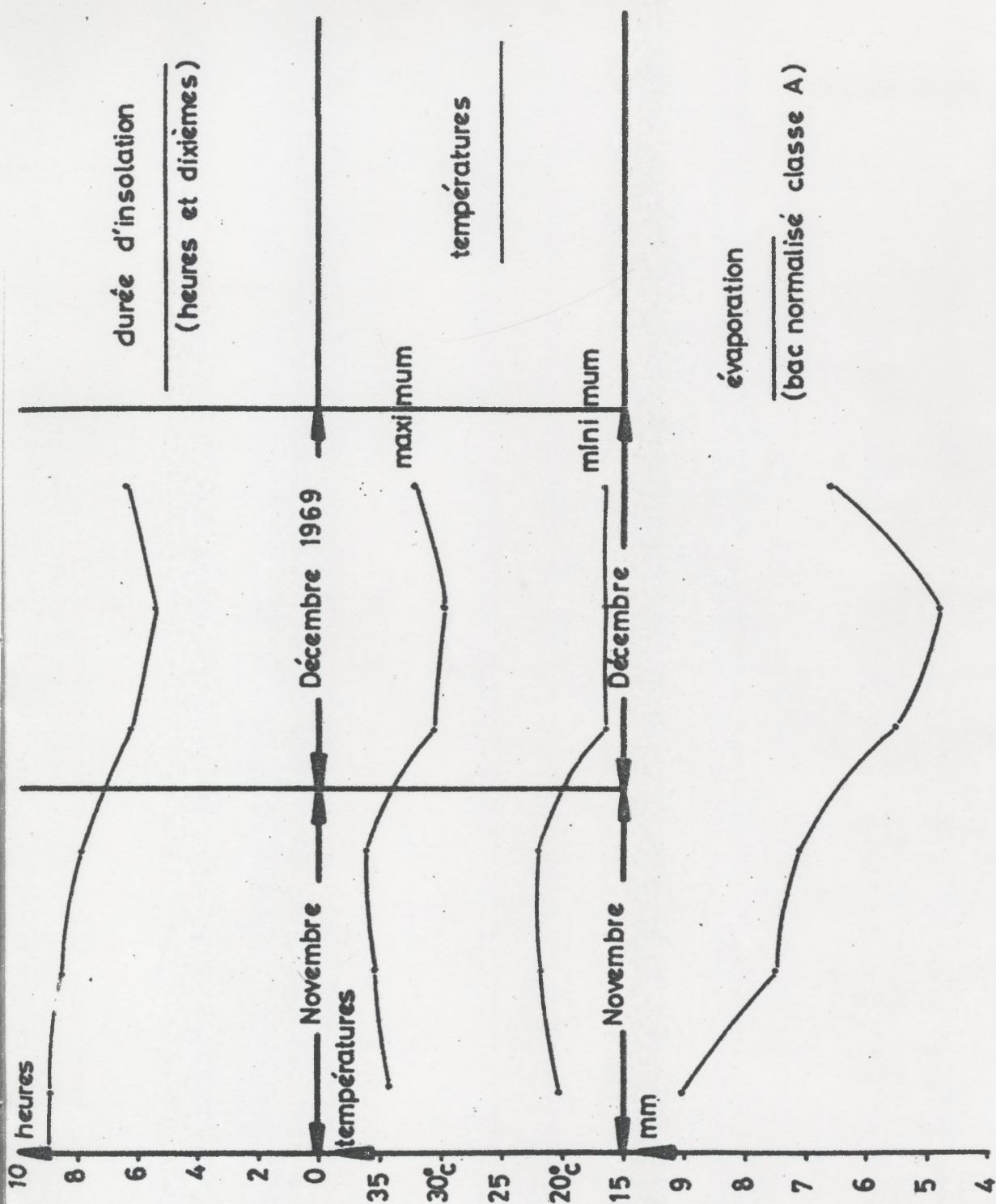
Graphique n°1



fluctuations de la nappe sur 2 piézomètres voisins

des tubages sur parcelle test



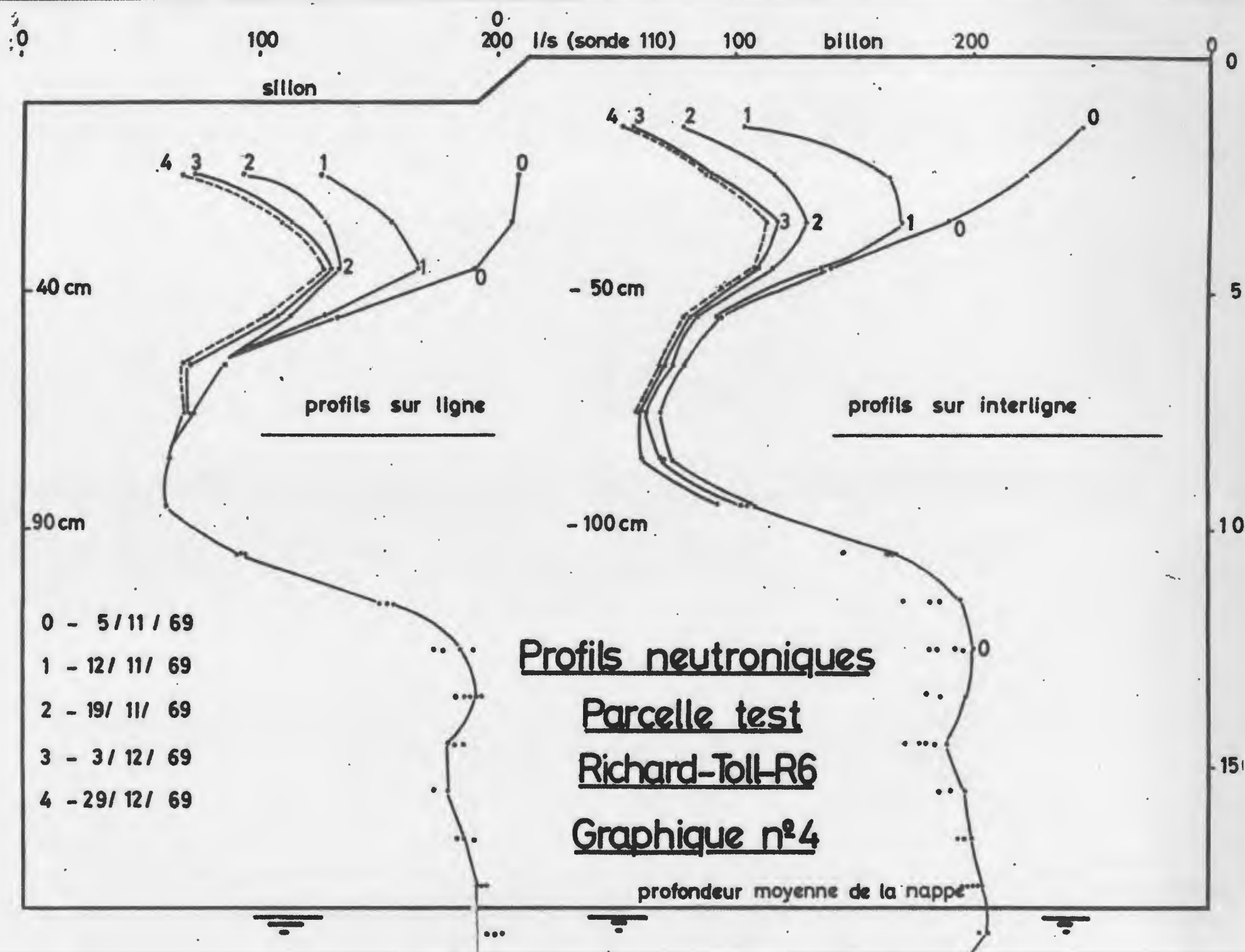


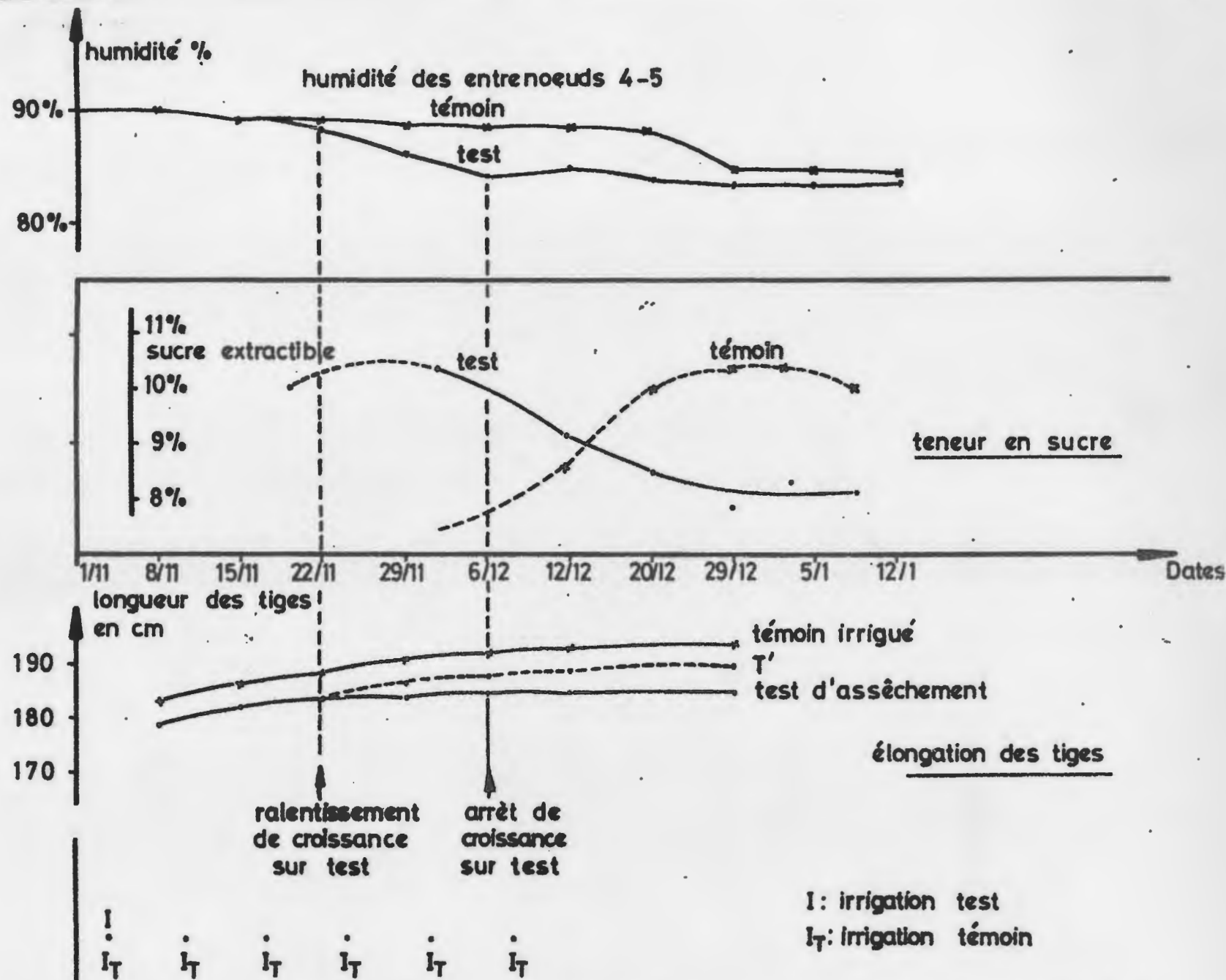
CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Conditions climatiques d'expérimentation

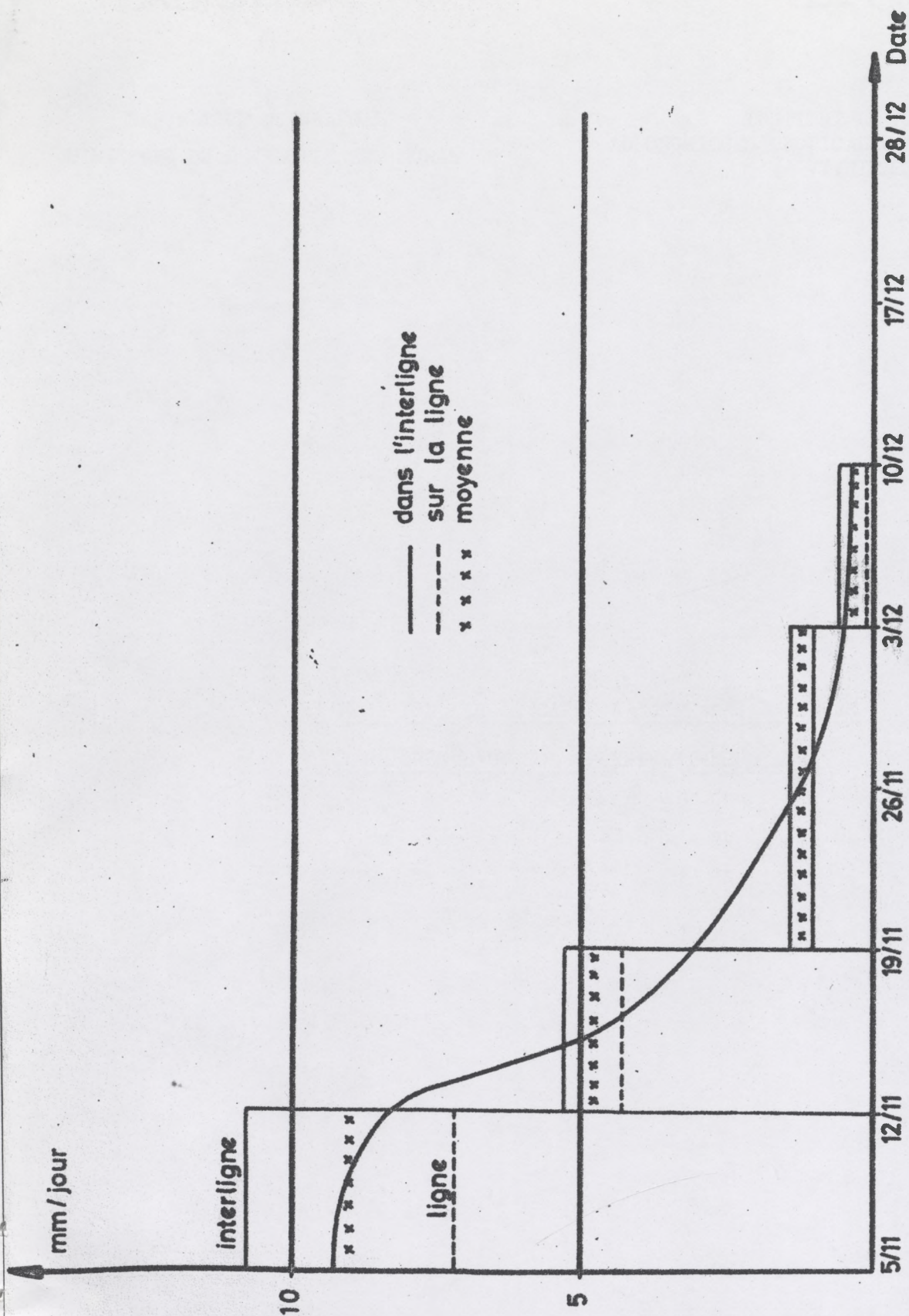
(Richard-Toll-1969)

Graphique n° 3





Observations et tests sur canne à sucre-R 6



Allure de l'alimentation hydrique de la
canne à sucre pendant la période d'assèchement

Richard-Toll-1969

Graphique n° 6